

**IN THE UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE**

In re U.S. Patent Application of )  
KUROKAWA et al. )  
Application Number: To be Assigned )  
Filed: Concurrently Herewith )  
For: INFORMATION RECORDING METHOD AND )  
INFORMATION RECORDING APPARATUS )  
ATTORNEY DOCKET NO. HIRA.0138 )

Honorable Assistant Commissioner  
for Patents  
Washington, D.C. 20231

**REQUEST FOR PRIORITY  
UNDER 35 U.S.C. § 119  
AND THE INTERNATIONAL CONVENTION**

Sir:

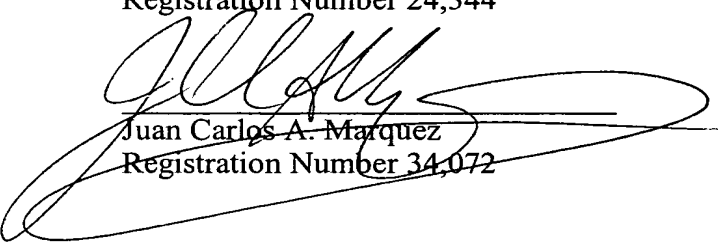
In the matter of the above-captioned application for a United States patent, notice is hereby given that the Applicant claims the priority date of October 28, 2003, the filing date of the corresponding Japanese patent application 2003-367782.

A certified copy of Japanese patent application 2003-367782 is being submitted herewith. Acknowledgment of receipt of the certified copy is respectfully requested in due course.

Respectfully submitted,

\_\_\_\_\_  
Stanley P. Fisher  
Registration Number 24,344

**REED SMITH LLP**  
3110 Fairview Park Drive  
Suite 1400  
Falls Church, Virginia 22042  
(703) 641-4200  
**February 9, 2004**

  
\_\_\_\_\_  
Juan Carlos A. Marquez  
Registration Number 34,072

( Translation )

PATENT OFFICE  
JAPANESE GOVERNMENT

This is to certify that the annexed is a true copy of  
the following application as filed with this Office.

Date of Application:     October 28, 2003

Application Number:     Japanese Patent Application  
                              No. 2003-367782

Applicant(s):           Hitachi, Ltd.

December 17, 2003

Commissioner,  
Patent Office

Yasuo IMAI (seal)

Certificate No. 2003-3104807



日 本 国 特 許 庁  
JAPAN PATENT OFFICE

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

出 願 年 月 日                      2 0 0 3 年 1 0 月 2 8 日  
Date of Application:

出 願 番 号                      特 願 2 0 0 3 - 3 6 7 7 8 2  
Application Number:

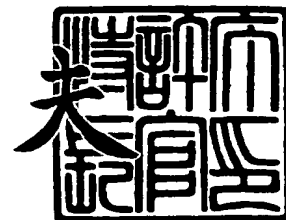
[ST. 10/C] :                      [ J P 2 0 0 3 - 3 6 7 7 8 2 ]

出      願      人                      株式会社日立製作所  
Applicant(s):

2 0 0 3 年 1 2 月 1 7 日

特許庁長官  
Commissioner,  
Japan Patent Office

今 井 康



【書類名】 特許願  
【整理番号】 H300974  
【提出日】 平成15年10月28日  
【あて先】 特許庁長官 殿  
【国際特許分類】 G11B 7/24  
【発明者】  
    【住所又は居所】 東京都国分寺市東恋ヶ窪一丁目 2 8 0 番地 株式会社 日立製作  
    所 研究開発本部内  
    【氏名】 黒川 貴弘  
【発明者】  
    【住所又は居所】 東京都国分寺市東恋ヶ窪一丁目 2 8 0 番地 株式会社 日立製作  
    所 研究開発本部内  
    【氏名】 宮本 治一  
【特許出願人】  
    【識別番号】 000005108  
    【氏名又は名称】 株式会社 日立製作所  
【代理人】  
    【識別番号】 100091096  
    【弁理士】  
    【氏名又は名称】 平木 祐輔  
【手数料の表示】  
    【予納台帳番号】 015244  
    【納付金額】 21,000円  
【提出物件の目録】  
    【物件名】 特許請求の範囲 1  
    【物件名】 明細書 1  
    【物件名】 図面 1  
    【物件名】 要約書 1

**【書類名】特許請求の範囲****【請求項 1】**

光照射によって状態が変化することにより情報が記録される情報記録層を 2 層積層した記録媒体と、

光源と、

前記光源からの光を、光入射側に近い第 1 の情報記録層と光入射側から遠い第 2 の情報記録層に選択的に合焦させる光学系と、

前記光源からの光を前記第 1 又第 2 の情報記録層に合焦して照射したとき、当該合焦している情報記録層からの反射光を検出する第 1 の光検出器と、

前記光源からの光を前記第 2 の情報記録層に合焦して照射したとき前記第 1 の情報記録層から反射された光を検出する第 2 の光検出器と、

前記第 2 の光検出器からの検出信号に基づいて前記第 2 の情報記録層に照射する光のパワーを制御する制御回路とを有することを特徴とする情報記録装置。

**【請求項 2】**

請求項 1 記載の情報記録装置において、前記第 2 の光検出器からの検出信号と前記第 2 の情報記録層に照射する光のパワーとの関係を記憶したテーブルを有することを特徴とする情報記録装置。

**【請求項 3】**

請求項 2 記載の情報記録装置において、前記テーブルは、前記第 1 の情報記録層が記録状態のとき前記第 2 の情報記録層に照射する光のパワーと前記第 2 の光検出器の検出信号との関係、及び、前記第 1 の情報記録層が未記録状態のとき前記第 2 の情報記録層に照射する光のパワーと前記第 2 の光検出器の検出信号との関係を記憶していることを特徴とする情報記録装置。

**【請求項 4】**

請求項 1 記載の情報記録装置において、前記第 2 の光検出器の出力が所定の閾値以上か否かを判定する判定回路を有し、前記制御回路は、前記判定回路の判定結果に応じて前記第 2 の情報記録層に照射する光のパワーを切り替えることを特徴とする情報記録装置。

**【請求項 5】**

請求項 1 記載の情報記録装置において、前記第 2 の光検出器は、前記第 1 の光検出器の外周部に配置されていることを特徴とする情報記録装置。

**【請求項 6】**

光照射によって状態が変化することにより情報が記録される情報記録層を 2 層積層した記録媒体に対して情報を記録する情報記録方法において、

試し書きによって、光入射側に近い第 1 の情報記録層の記録済み領域を通して光入射側から遠い第 2 の情報記録層に記録する第 1 の最適パワー値とその時の前記第 1 の情報記録層からの第 1 の反射光強度、及び前記第 1 の情報記録層の未記録領域を通して前記第 2 の情報記録層に記録する第 2 の最適パワー値とその時の前記第 1 の情報記録層からの第 2 の反射光強度を取得するステップと、

前記第 2 の情報記録層に合焦して光照射したときに、前記第 1 の情報記録層からの反射光強度を検出するステップと、

前記検出された信号に基づいて前記第 2 の情報記録層に照射する光のパワーを制御するステップとを含むことを特徴とする情報記録方法。

**【請求項 7】**

請求項 6 記載の情報記録方法において、前記第 2 の情報記録層に照射する光のパワーは、前記第 1 の反射光強度に対する第 1 の最適パワー値と第 2 の反射光強度に対する第 2 の最適パワー値を、前記検出された反射光強度で線形補間したパワー値であることを特徴とする情報記録方法。

**【請求項 8】**

請求項 6 記載の情報記録方法において、前記第 1 の反射光強度と前記第 2 の反射光強度から判定閾値を算出するステップを有し、前記検出された信号が前記判定閾値以上か否か

に応じて、前記第2の情報記録層に照射する光のパワーを切り替えることを特徴とする情報記録方法。

【請求項9】

請求項6記載の情報記録方法において、前記第1の最適パワー値及び前記第2の最適パワー値は、ジッタを測定することにより決定することを特徴とする情報記録方法。

【請求項10】

請求項6記載の情報記録方法において、前記第1の最適パワー値及び前記第2の最適パワー値は、アシンメトリを測定することにより決定することを特徴とする情報記録方法。

【請求項11】

請求項6記載の情報記録方法において、前記第1の最適パワー値及び前記第2の最適パワー値は、変調度を測定することにより決定することを特徴とする情報記録方法。

【請求項12】

光照射によって状態が変化することにより情報が記録される情報記録層を2層積層した記録媒体に対して情報を記録する情報記録方法において、

試し書きによって、光入射側に近い第1の情報記録層の記録済み領域を通して光入射側から遠い第2の情報記録層に記録する第1の最適パワー値 $P_0$ 、及び前記第1の情報記録層の未記録領域を通して前記第2の情報記録層に記録する第2の最適パワー値 $P_1$ を取得するステップと、

前記第2の情報記録層に合焦して $P_0 < P < P_1$ 、又は、 $P_0 > P > P_1$ を満たす記録パワー $P$ を用いて情報を記録するステップとを含むことを特徴とする情報記録方法。

【書類名】明細書

【発明の名称】情報記録方法及び情報記録装置

【技術分野】

【0001】

本発明は、光の照射によって状態が変化する2つの情報記録層を有する光記録媒体に対する情報記録方法及び情報記録装置に関する。

【背景技術】

【0002】

映像コンテンツ記録媒体として、DVDに代表される光ディスクの大容量化が進んでおり、直径120mmのディスクに、高精細度テレビジョン（HDTV）の映像を2時間以上記録できる光ディスクの開発が進められてきた。最近になって、波長405nmの半導体レーザと、開口数0.85の対物レンズを用いて記録密度をDVDの約5倍に高めることで、片面25GB程度の記録容量を実現するBlu-ray Discと呼ばれる光ディスクの規格が制定され、これに対応するビデオ録画機も発売された。Blu-ray Discの規格については、“System Description Blu-ray Disc Rewritable Format part 1 Basic Format Specifications version 1.0”に記載されている。

【0003】

光ディスクの大容量化のひとつの方法として高記録密度化が挙げられるが、レーザ波長及び対物レンズの制限から、光スポットサイズの微小化は限界に近づいており、記録密度の大きな向上は見込めなくなっている。

【0004】

一方、高記録密度化とは異なる大容量化の方法として、記録層の多層化がある。多層光ディスクは、既に再生専用光ディスクとしては、片面2層及び両面2層（全4層）の記録層を持つDVD-ROMディスクが製品化されている。記録型の多層光ディスクは、これまで製品としては存在しなかったが、最近、Blu-ray Discの2層書き換え型ディスクとして、初めて規格化された。

【0005】

図2は、従来のBlu-ray Discの2層記録型光ディスクシステムの構成を説明する図である。2層光ディスク媒体101に、レーザダイオード107から出射されるレーザ光108を照射することで、情報の記録と再生を行う。レーザの波長は405nmであり、開口数（NA）0.85の対物レンズ112でレーザ光を記録層に合焦することで直径約400nmの光スポットを形成し、これを用いて情報の記録再生を行っている。情報を記録する際には、高パワーのレーザ光を照射することで記録層材料に物理的変化を与え、長短の記録マークを形成する。最短の記録マーク長は160nmであり、記録層1層当たり約23.3GB、すなわち2層光ディスク1枚当たり約46.6GBの情報を記録することができる。

【0006】

2層光ディスク媒体101は、直径120mm、厚さ1.2mmの円板であり、基板102、第1の記録層（L0層）103、中間層104、第2の記録層（L1層）105及びカバー層106を、順に積み重ねることで構成されている。基板102は、厚さ1.1mmの円板であり、材料としてはポリカーボネート樹脂などが用いられている。基板表面には、光スポットを一定の半径位置に追従（トラッキング）させるための案内溝（トラック）が、0.32μmのピッチで、らせん状に形成されており、記録マークは、この案内溝の中に形成される。基板の次には、第1の記録層（L0層）103が形成されている。記録層は通常、記録膜を保護層で挟んだ構造となっており、記録膜材料としては、GeSbTe合金あるいはAgInSbTe合金などの相変化材料が用いられている。いずれの記録膜材料を用いた場合にも、二値データの“0”と“1”を、それぞれ高反射率の結晶部分と低反射率のアモルファス部分に割り当てて記録し、それらの反射率差を利用して二値データの“0”と“1”を判別することによりデータを再生している。L0層103の次に中間層104を挟んで、第2の記録層（L1層）105が形成されている。中間層1

04は、第1の記録層103と第2の記録層105を隔てるために形成され、その厚さは約 $25\mu\text{m}$ 、材料は紫外線硬化樹脂である。L1層105の構造はL0層103とほぼ同じである。最後に、ディスクの表面保護のために、厚さ $75\mu\text{m}$ の紫外線硬化樹脂製のカバー層106が形成されている。

#### 【0007】

しかしながら、2層光ディスクにおいて、光入射側から見て奥のL0層に記録する場合に、手前のL1層上の未記録領域を通してL0層に記録する場合と、L1層上の記録済み領域を通して記録する場合では、L1層の実効的な透過率の違いのために、L0層に到達するレーザパワーが異なってしまう。

#### 【0008】

この問題に対して、特開2003-109217号公報（特許文献1）では、L1層における未記録部分と記録済み部分の透過率差を制限することにより、L1層の記録状態によらず、L0層に対して一定の記録パワーで記録できるようにしている。別の方法として、特開2002-279634号公報（特許文献2）では、L0層の再生RF信号レベルに応じて、L0層に対する記録パワーを制御することを提案している。

#### 【0009】

【特許文献1】特開2003-109217号公報

【特許文献2】特開2002-279634号公報

【非特許文献1】”System Description Blu-ray Disc Rewritable Format part 1 Basic Format Specifications version 1.0”

#### 【発明の開示】

#### 【発明が解決しようとする課題】

#### 【0010】

L0層に記録する際には、レーザ光は光入射側から見て手前のL1層を透過するが、通常は、図3のように、L1層上には未記録領域303と記録済み領域304が混在している。L1層の光学設計を行う際には、未記録領域と記録済み領域で、透過率が変化しないようにすることが望ましい。しかしながら、そうすることは困難な場合も多く、未記録領域303と記録済み領域304の間に数%から10%程度の透過率差が生じてしまうことがある。

#### 【0011】

未記録部分と記録済み部分の間に数%から10%程度の透過率差があると、特許文献1の方法では、記録パワーマージンが小さくなるため、一定の記録パワーを用いてL0層全体に渡って高い信頼性で記録を行うことは困難である。また、特許文献2の方法は、L0層に対する記録パワーを決定するためにL0層の再生RF信号を用いる必要があるため、これから記録しようとする未記録領域に対して記録パワーを決定できないという問題がある。

#### 【0012】

未記録領域303と記録済み領域304の間に透過率差があると、L1層上の未記録領域303を通してL0層に記録する場合と、記録済み領域304を通して記録する場合とでは、L1層の実効的な透過率の違いのために、L0層に到達するレーザパワーが異なってしまう。より正確に言うと、光スポット301としてL0層に合焦している時の、L1層の実効的な透過率は、L1層が未記録であるか記録済みであるかによって二値的に変化する訳ではなく、L1層上の光スポット302に占める未記録部分と記録済み部分の面積比に応じて連続的に変化する。

#### 【0013】

この現象が記録学習に及ぼす影響の一例を次に示す。図4は、2層追記型光ディスクにおいて、L0層に記録・再生を行った時の記録パワーとジッタの関係を、L1層が未記録であった場合と、L1層が記録済みであった場合に分けて示したものである。再生信号を二値化する前の波形等化処理として、リミットイコライザを適用した。リミットイコライザの詳細については、例えば、”S.Miyanabe et al.: Jpn.J.Appl.Phys.Vol.38 pp.1715



”に記載されている。

#### 【0014】

この測定では、L1層の全領域が未記録であった場合、最適記録パワー、すなわちジッタが最小となる記録パワーは7.1mWであり、この時のジッタは6.7%であった。一方、L1層の全領域が記録済みであった場合には、最適記録パワーは7.5mWであった。すなわち、L1層が記録済みであった場合の最適記録パワーは、L1層が未記録であった場合と比較して約7%高パワー側にシフトした。仮に、L1層が記録済みの場合に、L1層が未記録の場合の最適記録パワー7.1mWを用いて記録するとすれば、ジッタは7.0%となり、最適記録パワーを用いる場合よりも、0.3%増加することになる。

#### 【0015】

この結果は、例えば次のようなことを意味する。L0層に対する記録学習を行う際に、L1層上のレーザ光が通過する部分が未記録であったとし、この状態で決定した最適記録パワーを用いて、L0層全体に記録するものとする。そうすると、L1層上のレーザが通過する部分が未記録の場合は問題なく記録できるが、そこが記録済みの場合には、L0層に記録されたデータの再生信号のジッタが増加してしまう。このため、従来の2層光ディスクシステムにおいては、L0層全体に渡って高い信頼性でデータを記録することが困難であった。

#### 【0016】

本発明は、2層の情報記録層を有する光記録媒体に対して、光入射側から見て手前の記録層の記録状態によらず、奥の記録層に信頼性の高い記録を行うことのできる方法及び装置を提供することを目的とする。

#### 【課題を解決するための手段】

#### 【0017】

本発明では、データ信号再生用及びサーボ信号取得用に通常用いられる第1の光検出器とは別に、L1層の記録状態を検出するための第2の光検出器を設けた。L0層に記録する際に、この第2の光検出器を用いてL1層の記録状態を検出し、その記録状態に応じた記録パワーを用いることにより、L1層の記録状態によらず信頼性の高い記録を行うことができる。

#### 【0018】

本発明による情報記録装置は、光照射によって状態が変化することにより情報が記録される情報記録層を2層積層した記録媒体と、光源と、光源からの光を、光入射側に近い第1の情報記録層と光入射側から遠い第2の情報記録層に選択的に合焦させる光学系と、光源からの光を第1又第2の情報記録層に合焦して照射したとき、当該合焦している情報記録層からの反射光を検出する第1の光検出器とを備え、更に光源からの光を第2の情報記録層に合焦して照射したとき第1の情報記録層から反射された光を検出する第2の光検出器と、第2の光検出器からの検出信号に基づいて第2の情報記録層に照射する光のパワーを制御する制御回路とを有することを特徴とする。第2の光検出器は、第1の光検出器の外周部に配置される。第2の光検出器からの検出信号と第2の情報記録層に照射する光のパワーとの関係は、試し書きによって導出され、テーブルの形で記憶される。

#### 【0019】

光照射によって状態が変化することにより情報が記録される情報記録層を2層積層した記録媒体に対して情報を記録する本発明の情報記録方法は、試し書きによって、光入射側に近い第1の情報記録層の記録済み領域を通して光入射側から遠い第2の情報記録層に記録する第1の最適パワー値とその時の第1の情報記録層からの第1の反射光強度、及び第1の情報記録層の未記録領域を通して第2の情報記録層に記録する第2の最適パワー値とその時の第1の情報記録層からの第2の反射光強度を取得するステップと、第2の情報記録層に合焦して光照射したときに、第1の情報記録層からの反射光強度を検出するステップと、その第2の光検出器からの検出信号に基づいて第2の情報記録層に照射する光のパワーを制御するステップとを含む。

#### 【発明の効果】

## 【0020】

本発明によれば、2層ディスクに対して、光入射側から見て手前の記録層の記録状態によらず、光入射側から見て奥の記録層に対して常に最適な記録パワーで記録することができるため、信頼性の高い2層光ディスクを提供することができる。

## 【発明を実施するための最良の形態】

## 【0021】

以下、図面を参照して本発明の実施の形態を説明する。

図1は、本発明による情報記録装置の基本構成を模式的に示した図である。レーザダイオード107から出射した直線偏光のレーザ光108は、コリメートレンズ109を通過することで平行な光束となり、偏光ビームスプリッタ110に入射する。偏光ビームスプリッタ110は、ある方向の直線偏光をほぼ損失無く透過させ、それとは90°だけ偏光方向がずれた直線偏光をほぼ損失無く反射させる光学素子である。ここでは、レーザダイオード107から出射したレーザ光の偏光方向の場合に透過するようになっている。偏光ビームスプリッタ110を透過した直線偏光のレーザ光は、1/4波長板111を通過することで円偏光に変わる。このレーザ光は、アクチュエータ113で位置制御された対物レンズ112により、L0層103に合焦されて反射する。このとき同時に、L1層105においても、レーザ光の一部が反射する。L0層103及びL1層105で反射したレーザ光は、再び1/4波長板111を通過することにより直線偏光に戻るが、偏光方向はレーザダイオード107から出射された元のレーザ光から90°だけずれる。このため偏光ビームスプリッタ110により反射され、直角方向に進行方向を変える。進行方向を変えたレーザ光は、絞り込みレンズ114により光検出器面上に集光される。この時、L0層103で反射したレーザ光は第1の光検出器115上に合焦する。

## 【0022】

ここで、レーザダイオード107のレーザ波長 $\lambda$ 、対物レンズ112の開口数 $NA_0$ 、絞り込みレンズ114の開口数 $NA_1$ 、カバー層106の屈折率 $n$ 及び中間層104の厚さ $d$ の各パラメータは、下記の通りであるとする。

$$\lambda = 405 \text{ nm}$$

$$NA_0 = 0.85$$

$$NA_1 = 0.1$$

$$n = 1.6$$

$$d = 25 \text{ } \mu\text{m}$$

## 【0023】

レーザ光を光入射側から見て奥のL0層103に合焦すると、L0層上に直径約400 nmの微小な光スポット301（図3参照）が形成される。この時、同時に、光入射側から見て手前のL1層105上に形成される光スポット302（図3参照）の直径は、幾何光学的に下式（1）で計算されるから、この例では約31  $\mu\text{m}$ となる。これは、トラックピッチが0.32  $\mu\text{m}$ であるとすれば、約100トラック分の幅に相当することになる。

## 【0024】

## 【数1】

$$2d \tan \left( \sin^{-1} \left( \frac{NA_0}{n} \right) \right) \quad (1)$$

## 【0025】

次に光検出器115の面上での光スポットについて考える。図5は、光検出器の配置と、L0層に合焦した時の、光検出器面上での光スポットを模式的に示す図である。レーザ光がL0層103に合焦しているとき、L0層103で反射したレーザ光は、図5に示すように、第1の光検出器115の面上に光スポット501として合焦される。ところが、L1層105で反射したレーザ光は、光検出器面上に合焦されず、そこで光スポットが大

きく広がる。そのスポット径は、幾何光学的に次式(2)で計算されるから、この例では、約  $450\mu\text{m}$  となる。

【0026】

【数2】

$$\frac{4d}{n} \cdot \left( \frac{NA_0}{NA_1} \right)^2 \cdot \tan(\sin^{-1}(NA_1)) \quad (2)$$

【0027】

通常、第1の光検出器115の大きさは数  $10\mu\text{m}$  角である。従って、図5に示すように、L1層105で反射したレーザ光が光検出器面上につくる光スポット502は、第1の光検出器115の外側に大きくはみ出すことになる。本発明では、この現象を積極的に利用して、データ再生信号及びサーボ信号を取得するために、第1の光検出器115とは別の、第2の光検出器116を、第1の光検出器115の外周部に設けた。

【0028】

レーザ光がL0層103に合焦している時、L0層103で反射したレーザ光は第1の光検出器115に入射する。一方、L1層105で反射したレーザ光は、検出器面上に合焦せず大きな光スポットとなり、第1の光検出器115及び第2の光検出器116の両方に入射する。第2の光検出器116は、L1層105からの反射光のみを受光するため、その出力信号はL1層105の反射率のみを反映している。そこで、この第2の光検出器116を用いることで、L0層103に合焦した状態でも、L1層105からの反射光を、L0層103からの反射光と分離して検出することができるため、L1層105の記録状態を精度良く知ることができるようになる。

【0029】

第1の光検出器115は、図12に示すように、ディスクの半径方向及び周方向に対応してそれぞれ2分割、計4分割された構造となっている。4分割された各光検出器A、B、C、Dの出力信号  $I_A$ 、 $I_B$ 、 $I_C$ 、 $I_D$  を演算した  $(I_A + I_B + I_C + I_D)$  及び  $\{(I_A + I_D) - (I_B + I_C)\}$  は、それぞれ再生RF信号及びトラッキング誤差信号として使用される。

【0030】

ところで、L0層103に到達するレーザパワーに影響を及ぼすのは、L1層105の実効的な透過率であるが、本発明では実効的な反射率を検出することで、これを代用している。先に述べたように、通常の記録層構造において、未記録領域と記録済み領域の間の透過率差は、数%から10%以内の範囲である。これに対して、反射率の変化は数10%に及ぶ。従って、本発明のように、反射率の変化から間接的に透過率の変化を検出することで、L1層105の記録状態を精度良く検出することができる。ここで、記録領域に記録されているデータパターンは、どのようなものであっても良い。これは、マークエッジ記録の光ディスクでは、ラン長制限符号によるDSV (Digital Sum Value) 制御を行っており、記録データパターンに依らず、平均マーク長と平均スペース長がほぼ等しくなっているためである。このため、L1層上の光スポット中に占める記録部分(マーク部分)の割合は、記録データパターンに依らない。

【0031】

なお、本発明の記録方法において、L0層103に対する記録パワーを決定する際に、L1層105の実効的な反射率を直接検出しており、L0層103の記録状態は無関係である。このため、特許文献2のように、L0層103に事前に記録されている必要が無い。更に、L0層103に記録中でもL1層105の記録状態を判定することができるため、リアルタイムの記録パワー補正が可能となった。

【0032】

次に、記録学習の方法を説明する。図6に示すように、破線で囲んで示した記録学習領

域 601 の全部又は一部を領域 A、領域 B、領域 C の 3 つに分ける。各領域の使用目的は下記の通りである。

領域 A: L1 層に対する最適記録パワーを求めるための領域。

領域 B: L1 層上の光スポット中の全領域が未記録である場合における、L0 層に対する最適記録パワーを求めるための領域。

領域 C: L1 層上の光スポット中の全領域が記録済みである場合における、L0 層に対する最適記録パワーを求めるための領域。

#### 【0033】

領域 A、領域 B 及び領域 C のいずれの領域も、L1 層上の光スポットの全体を含むことができるように、ディスクの半径方向及び周方向に、十分な幅を持っていないなければならない。なお、図 6 の例では、記録学習領域を 3 つの領域に分ける際に、リング状に分割したが、分割方法は任意である。例えば、ディスクの周方向に 3 分割しても良い。

#### 【0034】

図 7 は、本発明における記録学習の手順を説明する図であり、2 層光ディスク媒体を記録層の断面方向から見た模式図である。記録学習は、図 6 に示した記録学習領域 601 を用いて下記の (1) ~ (5) の手順で行う。

(1) 領域 A において、レーザ光を L1 層に合焦させた状態で、記録パワーを変化させながら記録を行い、L1 層に対する最適記録パワー  $P_{L1}$  を求める。

(2) 領域 B は未記録のままとし、L1 層上の光スポット中の全領域が未記録である場合における、L0 層に対する最適記録パワーを求めるための領域とする。

(3) 領域 C の全体に、(1) で求めた L1 層に対する最適記録パワー  $P_{L1}$  にて記録することで、L1 層上の光スポット中の全領域が記録済みである場合における、L0 層に対する最適記録パワーを求めるための領域を作成する。

(4) レーザ光が L0 層に合焦した状態で、領域 B における第 2 の光検出器 116 の出力レベル  $I_{L0, unrec}$  及び最適記録パワー  $P_{L0, unrec}$  を測定する。

(5) レーザ光が L0 層に合焦した状態で、領域 C における第 2 の光検出器 116 の出力レベル  $I_{L0, rec}$  及び最適記録パワーを測定する。

#### 【0035】

ここで、(3) において、記録するデータパターンとしては、どのようなものを用いても良い。なお、上記 (1)、(4) 及び (5) において、最適記録パワー  $P_{L1}$ 、 $P_{L0, unrec}$  及び  $P_{L0, rec}$  は、次の 3 種類の方法のいずれかによって決定する。

#### 【0036】

##### (i) ジッタを測定する方法

この方法では、記録パワーを変化させながら記録し、ジッタを測定する。ジッタとは、二値化された再生信号と、再生信号を用いて PLL (Phase Locked Loop) で生成されたクロック信号の間の時間差の標準偏差を、データ検出窓幅 (ここではクロック周期) で規格化したものである。データの再生は、PLL で生成されたクロックに同期して行われるから、記録されたデータを誤り無く再生するためには、ジッタが小さくなるように記録することが好ましい。図 8 は、記録パワーとジッタの関係を模式的に示した図である。最適記録パワーは、ジッタが最小となる記録パワーとする。

#### 【0037】

##### (ii) アシンメトリを測定する方法

この方法では、記録パワーを変化させながら記録し、アシンメトリを測定する。ここで、アシンメトリを次のように定義する。

(アシンメトリ) =  $((I_{2H} + I_{2L}) - (I_{8H} + I_{8L})) / 2 / (I_{8H} - I_{8L})$   
ただし、

$I_{2H}$  = 最短スペースの再生信号レベル

$I_{2L}$  = 最短マークの再生信号レベル

$I_{8H}$  = 最長スペースの再生信号レベル

$I_{8L}$  = 最長マークの再生信号レベル

である。図 9 は、記録パワーとアシンメトリの関係を示す模式図である。最適記録パワーは、アシンメトリが所定の値 A になる記録パワーとする。

#### 【0038】

(iii) 変調度を測定する方法

この方法では、記録パワーを変化させながら記録し、変調度を測定する。ここで、変調度を次のように定義する。

$$(\text{変調度}) = (I_{8H} - I_{8L}) / I_{8H}$$

ただし、

$I_{8H}$  = 8 T スペースの再生信号レベル

$I_{8L}$  = 8 T マークの再生信号レベル

とする。図 10 は、記録パワーと変調度関係を示す模式図である。変調度が所定の値 M になる記録パワーが  $P_{mod}$  であるとき、最適記録パワーは、 $P_{mod}$  に所定の定数 k を乗算したものである。

#### 【0039】

上記 (1) ~ (5) の手順が完了し、ユーザデータ領域に記録を行う場合、L1 層に記録する場合の記録パワーは、 $P_{L1}$  を用いる。L0 層に記録するときの記録パワーの制御について、次に説明する。ここでは、L0 層に対する記録パワーの制御方法として 3 通りの方法について説明する。

#### 【0040】

<制御方法 1>

L0 層上の任意の位置での最適記録パワー  $P_{L0}$  は、そこでの第 2 の光検出器の出力レベルが  $I_{L0}$  であるとき、(4) 及び (5) における第 2 の光検出器の出力レベル及び最適記録パワーについての線形補間として、次式 (3) で与えられる (図 11 参照)。従って、第 2 の光検出器の出力レベルが  $I_{L0}$  であるとき、L0 層の記録パワー  $P_{L0}$  を式 (3) を満たすように設定する。

#### 【0041】

【数 3】

$$P_{L0} = \frac{P_{L0,unrec} - P_{L0,rec}}{I_{L0,unrec} - I_{L0,rec}} \cdot I_{L0} - \frac{P_{L0,unrec} I_{L0,rec} - P_{L0,rec} I_{L0,unrec}}{I_{L0,unrec} - I_{L0,rec}} \quad (3)$$

#### 【0042】

具体的な制御方法を、図 12 の回路ブロック図を用いて説明する。記録学習により求められた第 2 の光検出器 116 の出力値及び最適記録パワー値  $I_{L0,unrec}$ 、 $P_{L0,unrec}$ 、 $I_{L0,rec}$ 、 $P_{L0,rec}$  を用いて、上式 (3) に従って、第 2 の光検出器の出力レベルの様々な値について求められた最適記録パワーを、例えば図 13 のような形式で、予めテーブル 905 に格納しておく。

#### 【0043】

L0 層に記録する際には、ディスク上の記録しようとする位置で、第 2 の光検出器 116 は、受光したレーザ光のパワーに比例する信号  $I_E$  を出力する。信号  $I_E$  は、アナログ-デジタル変換器 903 によりデジタル信号に変換される。レーザパワーコントローラ 904 は、第 2 の光検出器出力に対応する記録パワーを、テーブル 905 を参照することにより算出する。算出された最適記録パワー  $P_{L0}$  に対応する記録パワー設定値をレーザドライバ 906 に設定し、レーザダイオード 107 に供給する電流値を変化させることにより、レーザダイオード 107 の出力パワーを制御する。

#### 【0044】

<制御方法 2>

L0 層に対する記録パワーを 2 段階で切り替える方法について説明する。記録学習は、前記 (1) ~ (5) の手順に従って行い、求められた  $I_{L0,unrec}$  及び  $I_{L0,rec}$  から、次

式に従って判定閾値  $I_{thr}$  を算出する。

$$I_{thr} = (I_{L0, unrec} + I_{L0, rec}) / 2$$

L0層に記録する際には、ディスク上の記録しようとする位置で、第2の光検出器の出力レベルを測定し、これが判定閾値  $I_{thr}$  より大きい場合には記録パワーを  $P_{L0, unrec}$  とし、判定閾値より小さい場合には記録パワーを  $P_{L0, rec}$  とする。

#### 【0045】

具体的な制御方法を、図14の回路ブロック図を用いて説明する。第2の光検出器116は、受光したレーザ光のパワーに比例する信号  $I_E$  を出力する。信号  $I_E$  は、アナログ→デジタル変換器903によりデジタル信号に変換される。判定回路908において、予め求められた判定閾値  $I_{thr}$  との間で大小が比較され、判定結果がレーザパワーコントローラ904に送られる。レーザパワーコントローラ904は、判定結果が、 $I_E < I_{thr}$  であるか  $I_E > I_{thr}$  であるかによって、それぞれ記録パワーが  $P_{L0, unrec}$  または  $P_{L0, rec}$  となるように、レーザドライバ906の設定値を切り替える。

#### 【0046】

この方式では、L1層が未記録である場合と記録済みである場合に対応する2種類の記録パワーを切り替えるのみである。このため、常に最適記録パワーで記録されておらず、制御方法1と比較すると、記録マーク品質の観点からは不利である。しかしながら、制御方法1のようなテーブルを作成する必要がなく、レーザパワーコントローラ回路の構成を簡素化することが可能であるため、記録再生装置の製造コストを低減することができる。

#### 【0047】

##### <制御方法3>

L0層に記録する際に、上の2つの方式では、ディスク上の記録しようとする位置における第2の光検出器の出力に応じて記録パワーを変化させた。ここで説明する方式では、上記(1)～(5)の手順に従う記録学習により求められた最適記録パワー値  $P_{L0, unrec}$ 、 $P_{L0, rec}$  から次式(4)又は(5)によって決定される一定の記録パワー  $P_{L0}$  を用いる。

$$P_{L0, unrec} < P_{L0} < P_{L0, rec} \quad (4)$$

$$P_{L0, unrec} > P_{L0} > P_{L0, rec} \quad (5)$$

例えば、

$$P_{L0} = (P_{L0, rec} + P_{L0, unrec}) / 2$$

とする。この方式では、L0層に対する記録パワーが一定であり、記録マーク品質の観点では、制御方法2とはほぼ同等である。しかしながら、記録パワー制御回路を必要としないため、制御方法2と比較しても、装置の構成をより簡素化することができ、記録再生装置の製造コストを低減することが可能である。

#### 【図面の簡単な説明】

#### 【0048】

【図1】本発明による情報記録装置の基本構成を模式的に示した図。

【図2】従来の2層光ディスクシステムの構成を示す図。

【図3】レーザ光をL0層に合焦させたときの、L0層上及びL1層上での光スポットの様子を示す図。

【図4】L0層に記録した時の、記録パワーとジッタの関係を示す図。

【図5】本発明における、光検出器の配置と、L0層に合焦した時の、光検出器面上での光スポットを模式的に示す図。

【図6】記録学習領域の例を示す図。

【図7】記録学習の手順を説明する図。

【図8】記録パワーとジッタの関係を模式的に示した図。

【図9】記録パワーとアシンメトリの関係を示す模式図。

【図10】記録パワーと変調度関係を示す模式図。

【図11】第2の光検出器の出力と最適記録パワーの関係を示す図。

【図12】記録パワーの制御方法の一例を示す回路ブロック図。

【図 13】 第 2 の光検出器の出力レベルと記録パワーの関係を格納したテーブルの例を示す図。

【図 14】 記録パワーの制御方法の他の例を示す回路ブロック図。

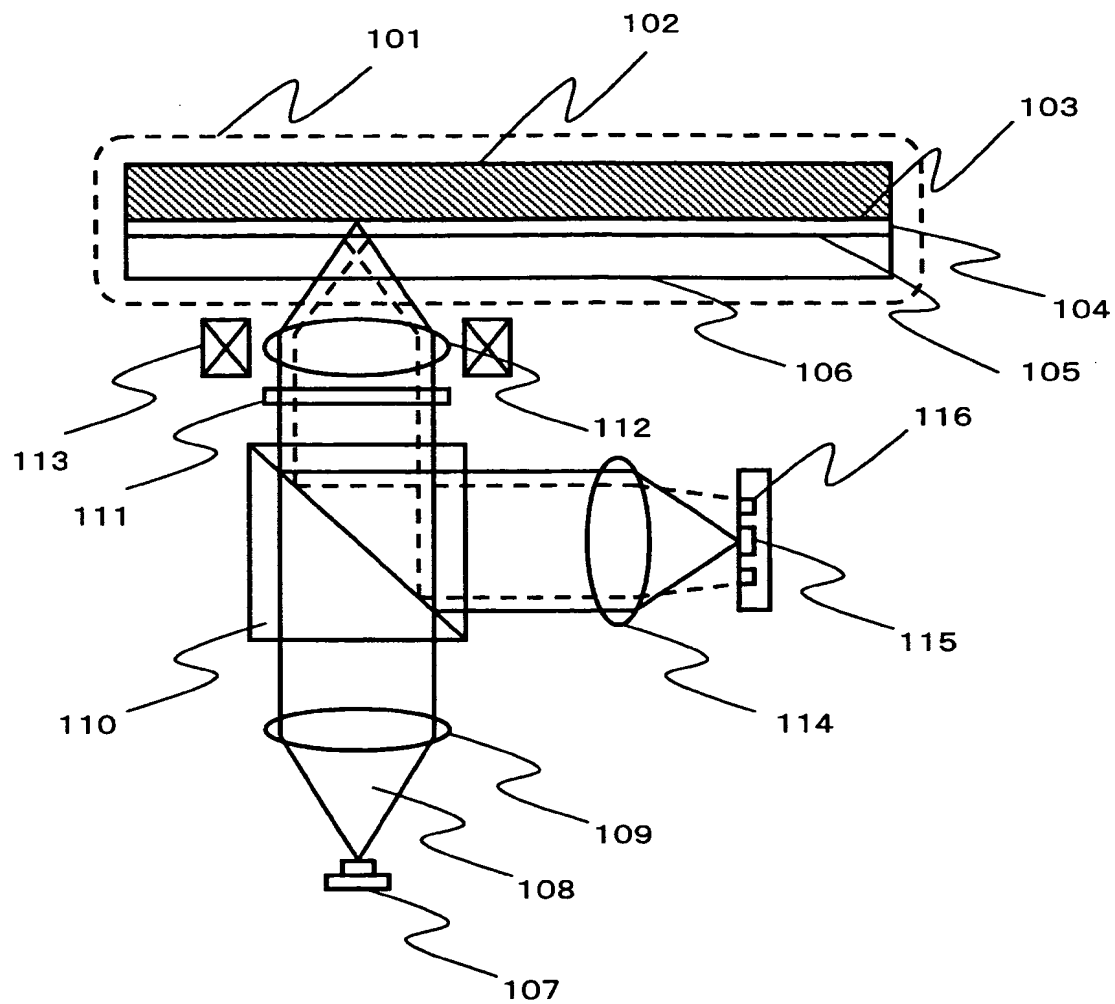
【符号の説明】

【0049】

101…2層光ディスク媒体、102…基板、103…L0層、104…中間層、105…L1層、106…カバー層、107…レーザダイオード、108…レーザ光、109…コリメートレンズ、110…偏向ビームスプリッタ、111…1/4波長板、112…対物レンズ、113…アクチュエータ、114…絞り込みレンズ、115…第1の光検出器、116…第2の光検出器、301…L0層上の光スポット、302…L1層上の光スポット、303…未記録領域、304…記録済み領域、501…L0層で反射したレーザ光が光検出器面上につくる光スポット、502…L1層で反射したレーザ光が光検出器面上につくる光スポット、601…記録学習領域、903…アナログ→デジタル変換器、904…レーザパワーコントローラ、905…テーブル、906…レーザドライバ、908…判定回路

【書類名】 図面  
【図 1】

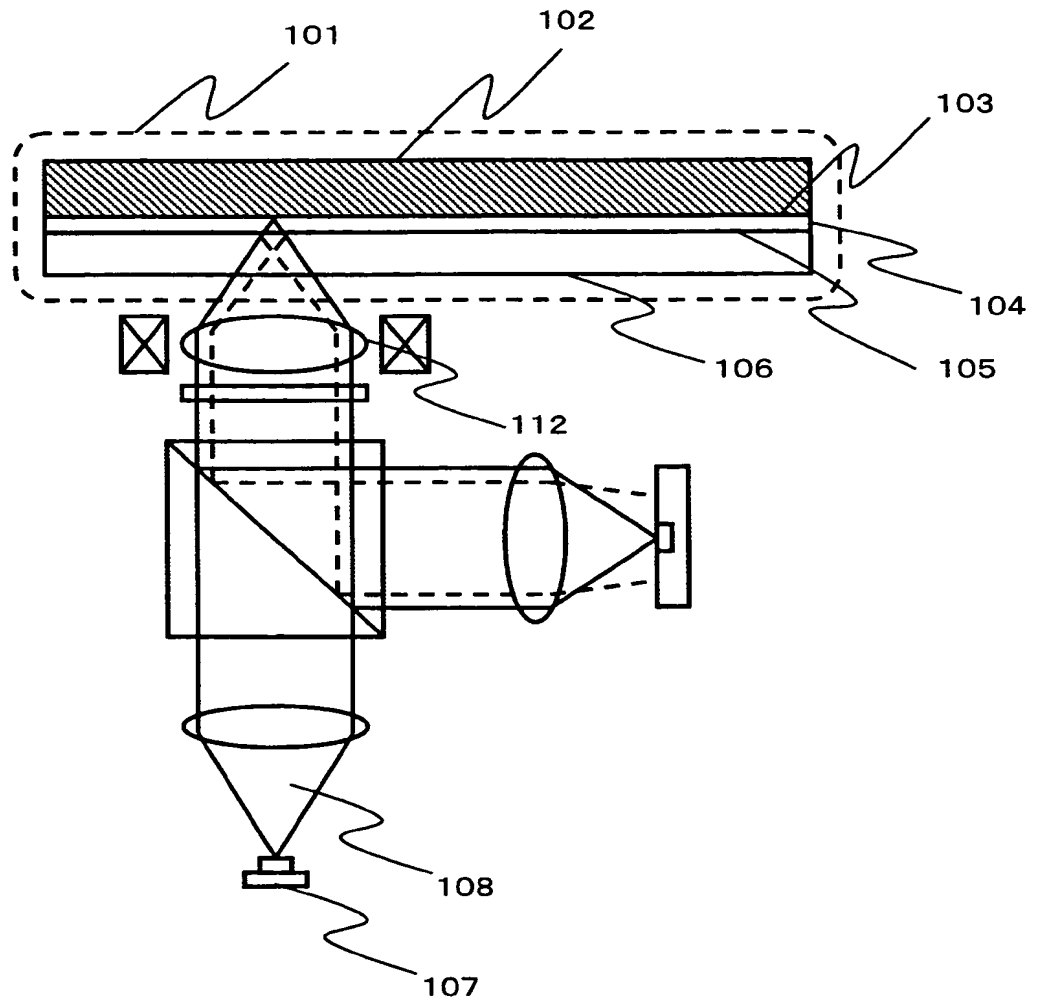
図1





【図 2】

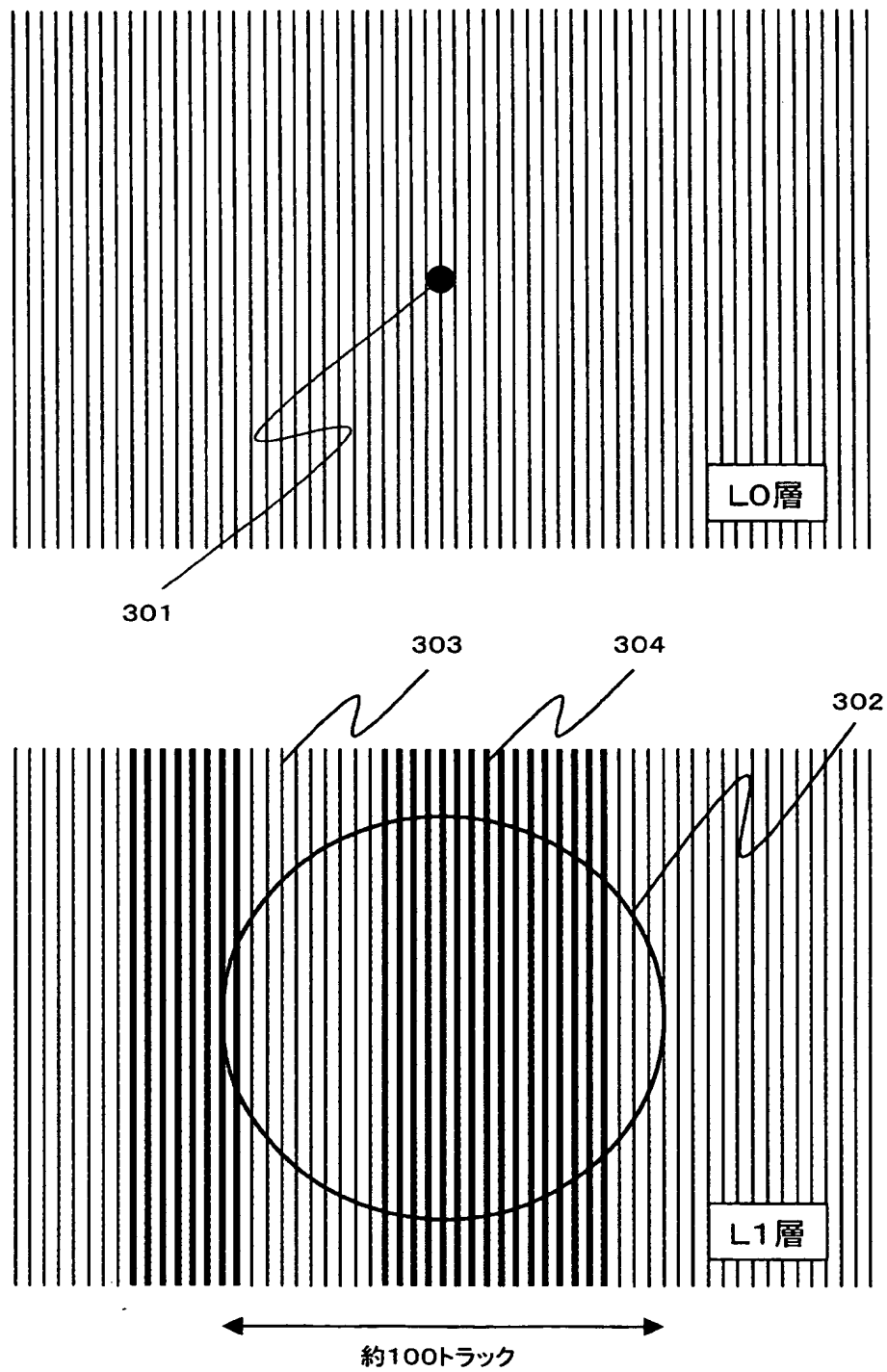
図 2



従来例

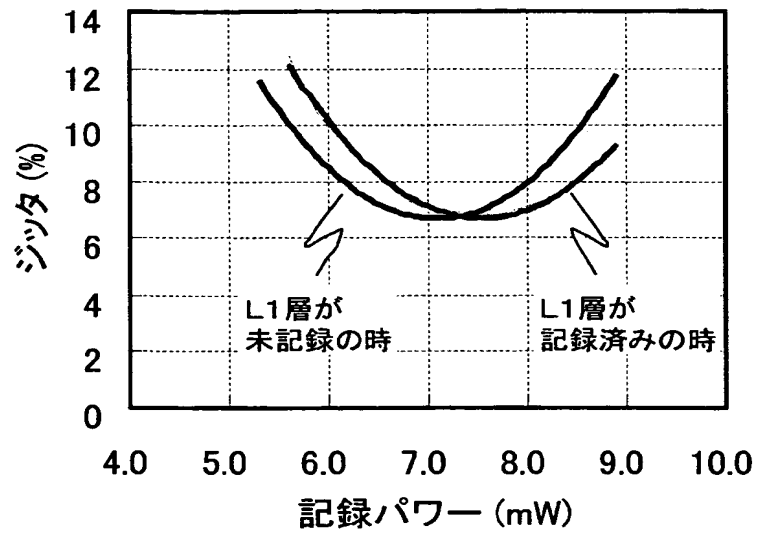
【図3】

図3



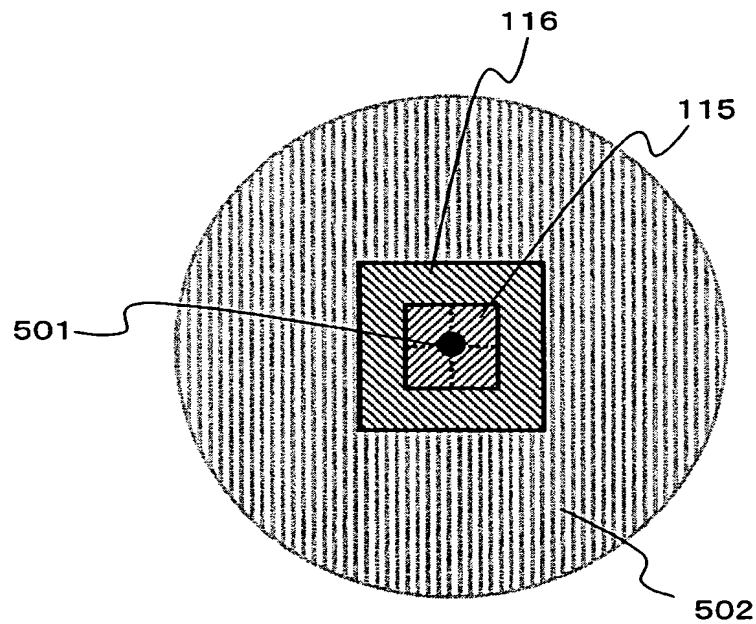
【図 4】

図4



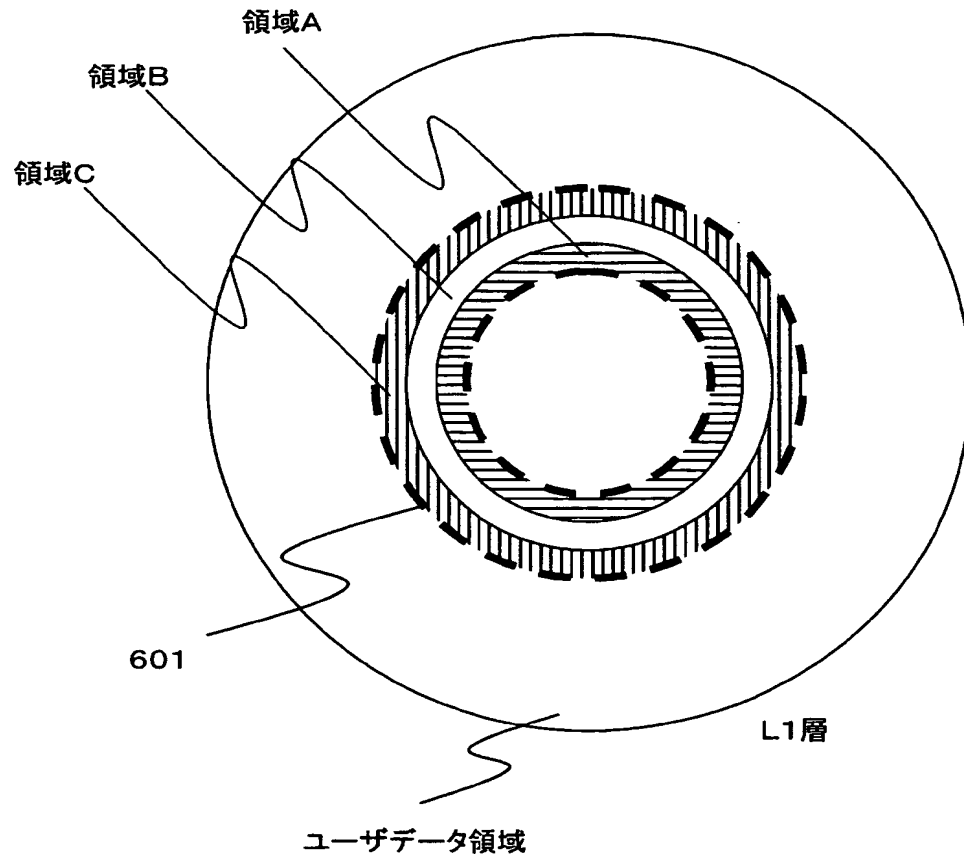
【図 5】

図5



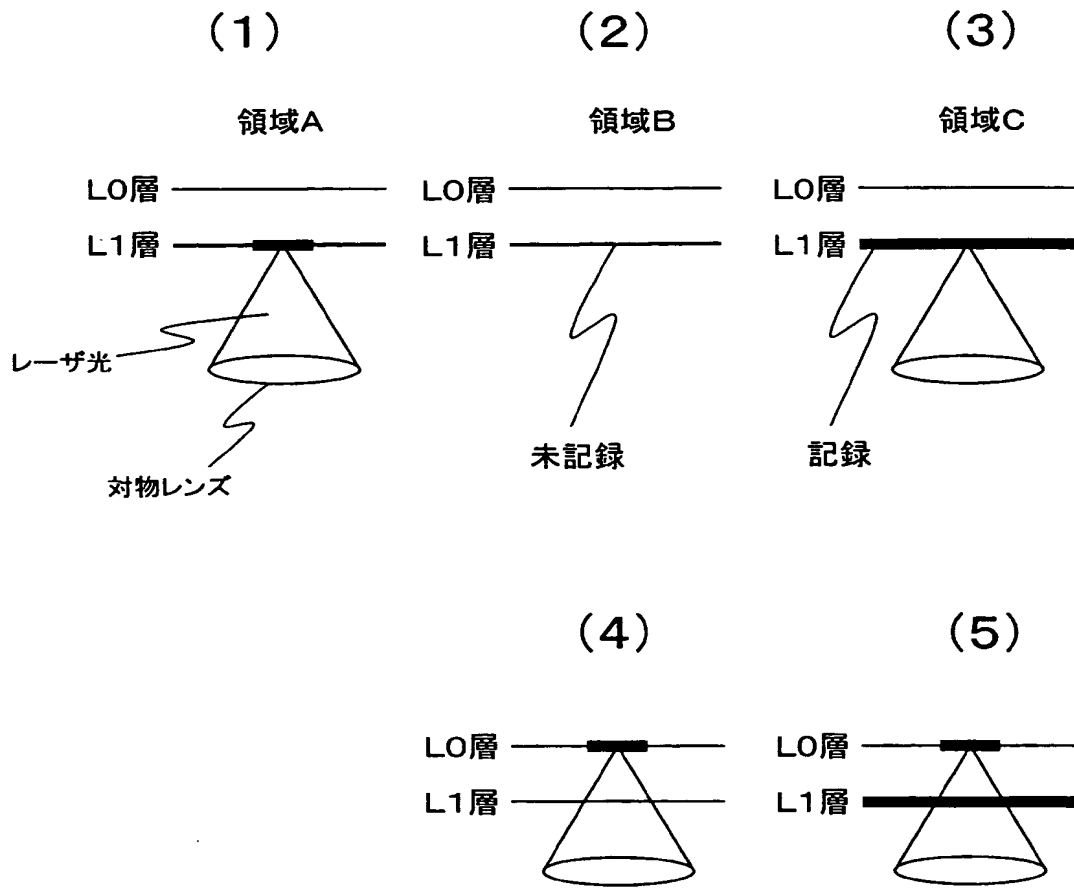
【図 6】

図6



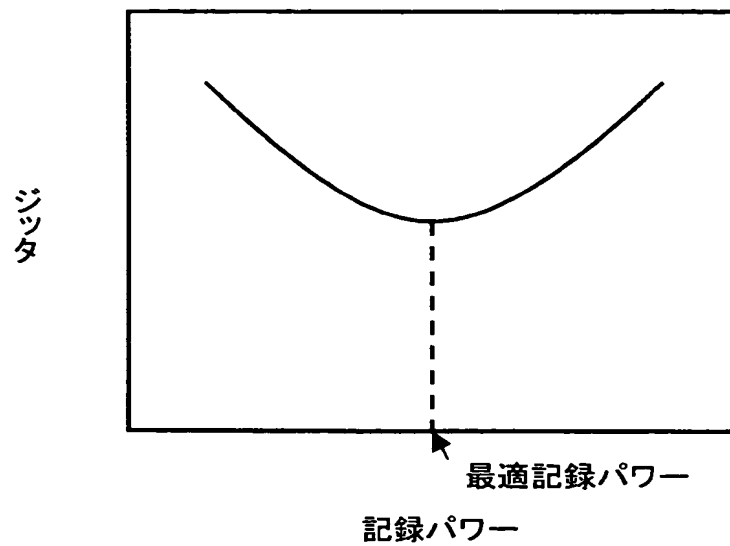
【図 7】

図 7



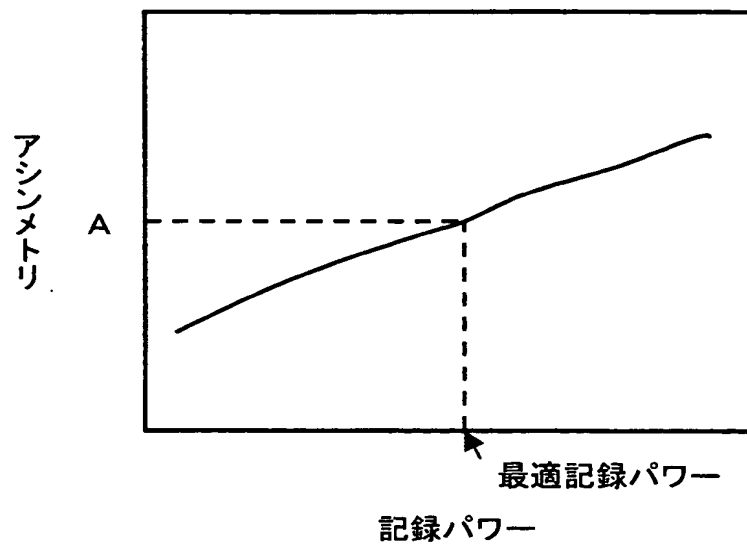
【図 8】

図 8



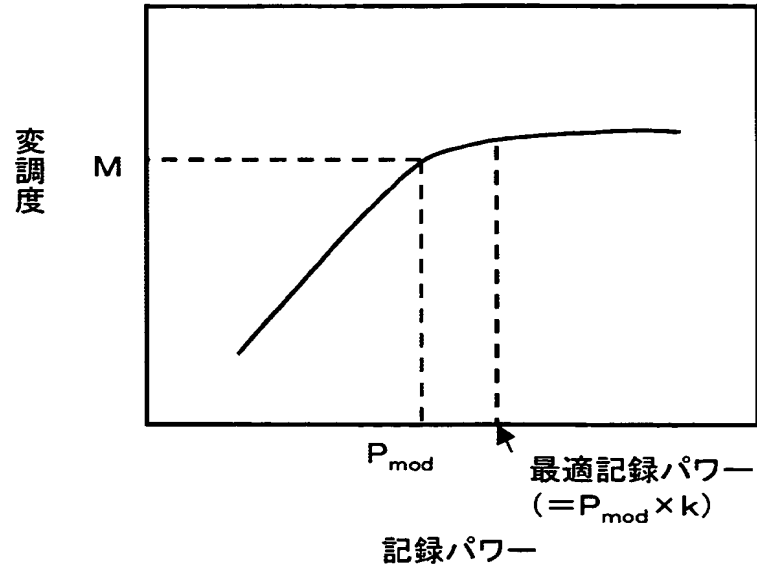
【図 9】

図 9



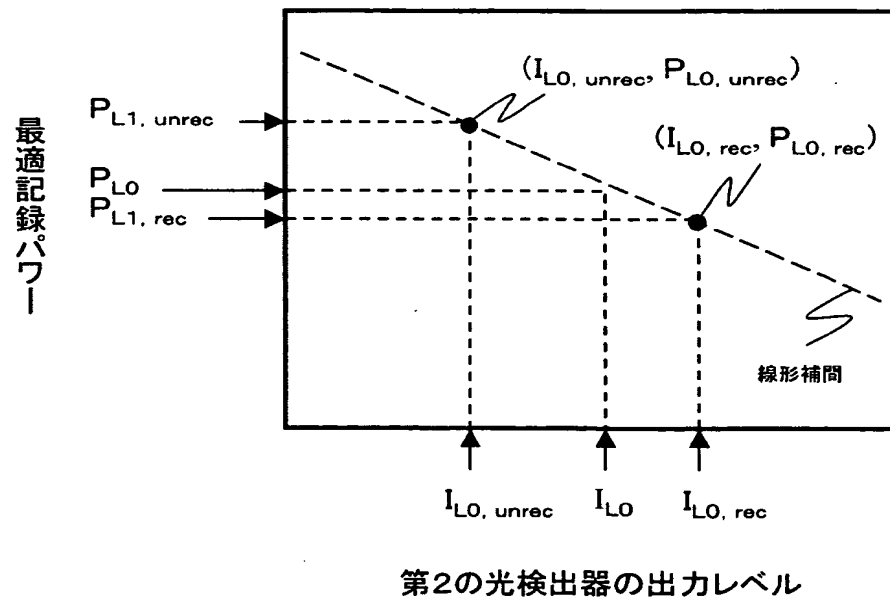
【図10】

図10



【図11】

図11







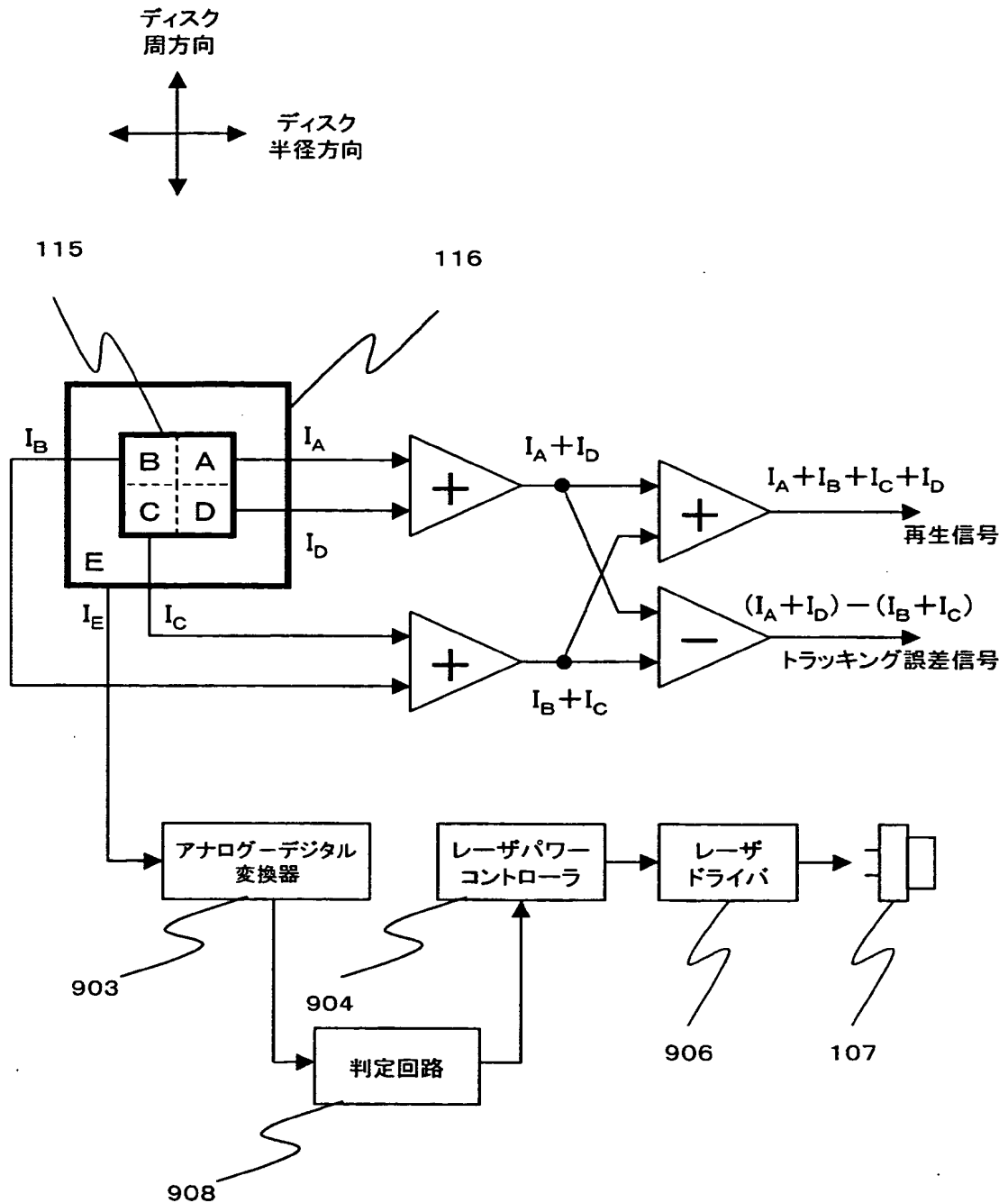
【図 1 3】

図 13

第2の光検出器の 出力レベル $I_{L0}$ (任意単位)	100	105	110	115	120	125	130	135
記録パワー $P_{L0}$ (mW)	7.3	7.2	7.1	7.0	6.9	6.8	6.7	6.6

【図 14】

図 14



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 2つの情報記録層を有する光記録媒体に対して、光入射側から見て手前の記録層の記録状態によらず、奥の記録層に信頼性の高い記録を行う。

【解決手段】 光入射側から見て奥の記録層 1 0 3 に合焦した時に、奥の記録層からの反射光を検出する第 1 の光検出器 1 1 5 の外周部に、手前の記録層 1 0 5 からの反射光を検出する第 2 の光検出器 1 1 6 を設け、奥の記録層に記録する際には、第 2 の光検出器の出力レベルに応じて記録パワーを制御する。

【選択図】 図 1

特願 2 0 0 3 - 3 6 7 7 8 2

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号

[ 0 0 0 0 0 5 1 0 8 ]

1 . 変更年月日

1 9 9 0 年 8 月 3 1 日

[変更理由]

新規登録

住 所

東京都千代田区神田駿河台 4 丁目 6 番地

氏 名

株式会社日立製作所